

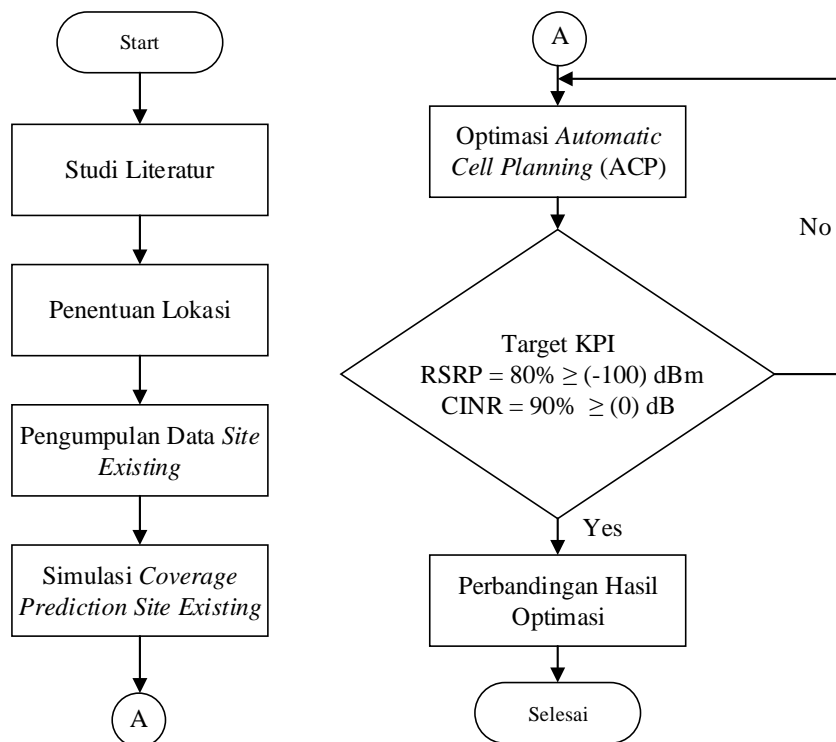
BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Metode optimasi menggunakan *Automatic Cell Planning* (ACP) menggunakan *software* Atoll 3.3.0. *Software* Atoll digunakan pada *Radio Network Planning* (RNP) yang dapat mengecek *coverage prediction*. *Google Earth* digunakan untuk menampilkan kondisi kota Purwokerto. *Microsoft Excel* digunakan untuk melakukan perhitungan *link budget* layanan LTE pada sisi *uplink* dan *downlink*.

3.2 ALUR PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dilakukan agar mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk mengerjakan tugas akhir ini dapat digambarkan dalam diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

Berdasarkan Gambar 3.1 merupakan rencana proses penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur digunakan untuk mencari beberapa sumber terkait dengan judul Tugas Akhir yang diambil dari buku, jurnal ilmiah atau internet. Studi literatur bertujuan sebagai bahan referensi selama proses membuat Tugas Akhir sesuai dengan judul yang diambil. Pengumpulan data berupa data identitas *site existing* di Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara dari operator X. Data tersebut yang akan digunakan untuk proses simulasi menggunakan *software* Atoll. Kemudian melakukan perhitungan *link budget* layanan LTE pada sisi *uplink* dan *downlink*. Hasil perhitungan tersebut akan dimasukkan kedalam Atoll dan disimulasikan. Untuk mengetahui kualitas sinyal LTE di Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara menggunakan prediksi *coverage* yang ada di *software* Atoll. Optimasi berdasarkan data *site existing* dan menggunakan metode optimasi *Automatic Cell Planning* (ACP). Simulasi *site existing* berdasarkan data yang diperoleh dari operator X sedangkan simulasi optimasi *Automatic Cell Planning* (ACP) berdasarkan data *site existing* yang kemudian dioptimasi dengan menggunakan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) sampai mencapai target KPI yang sudah ditentukan. Jika belum mencapai target KPI maka akan dilakukan optimasi sampai hasil optimasi mencapai target KPI yang sudah ditentukan. Objek yang akan dioptimasi yaitu *physical tuning* meliputi perubahan tinggi antena, *azimuth* dan *tilting* antena. Sehingga mendapatkan hasil simulasi yang berbeda kemudian dibandingkan. Perbandingan berdasarkan *key performance indicator* yang digunakan yaitu *Reference Signal Received Power* (RSRP) dan *Carrier to Interference Noise Ratio* (CINR).

3.2.1 Key Performance Indicator (KPI)

Key Performance Indicator (KPI) adalah nilai indikator performansi kualitas jaringan yang dicapai. Adapun nilai KPI yang digunakan sebagai target *coverage* oleh operator telekomunikasi[18].

Tabel 3.1 Target KPI[18]

No	Objective	Parameter	Target KPI	
			Nilai	Persentase
1	Uji Coverage	RSRP	≥ -100 dBm	80%
2	Uji Quality	CINR	≥ 0 dB	90%

3.3 DESKRIPSI WILAYAH

Kota Purwokerto merupakan Ibu kota dari Kabupaten Banyumas yang terletak pada koordinat 7°26'LU 109°14'BT. Kota Purwokerto terdiri dari empat Kecamatan yaitu Kecamatan Purwokerto Timur, Kecamatan Purwokerto Barat, Kecamatan Purwokerto Selatan dan Kecamatan Purwokerto Utara. Wilayah yang akan dioptimasi *physical tuning* antena sektoral pada jaringan LTE yaitu Kecamatan Purwokerto Barat memiliki luas wilayah 7,40 km² dan Kecamatan Purwokerto Utara memiliki luas wilayah 9,01 km² Wilayah Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara dikategorikan kedalam wilayah *sub urban* karena kondisi wilayahnya[2].

Tabel 3.2 Data Pofil Wilayah Pengamatan[2]

No	Kecamatan	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	Purwokerto Barat	7,40	52.903
2	Purwokerto Utara	9,01	66.011
Total		16,41	118.914

Adapun kondisi geografis Kota Purwokerto dapat dilihat berdasarkan gambar berikut ini.



Gambar 3.2 Peta Purwokerto

3.4 PENGUMPULAN DATA *SITE EXISTING*

Data *site existing* merupakan data yang berisi nama *site*, titik koordinat, *azimuth* dan *tilting* antena, tinggi antena dan beberapa parameter lainnya sebagai identifikasi dari *site* yang berada di Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara. Data *site existing* tersebut yang akan digunakan untuk melakukan simulasi *coverage prediction* dan optimasi *physical tuning* antena sektoral pada jaringan LTE dengan menggunakan simulasi *software* Atoll. Adapun data *site existing* adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3 Data Site Existing

No	Nama Site	Longitude	Latitude
1	Bobosan	109,22411	-7,4073
2	BO Purwokerto	109,24448	-7,4059
3	Brigjenencung	109,23619	-7,4087
4	Grendeng Pwt	109,25044	-7,4001
5	Griya Satriya Sumampir	109,23803	-7,4037
6	Karanglewas Relok	109,20079	-7,4192
7	Kober	109,22034	-7,4131
8	Pasar Manis	109,22368	-7,419
9	Pasirkidul Banyumas	109,20482	-7,4135
10	Pasir Muncang	109,21283	-7,433
11	Rejasari	109,21723	-7,4194
12	SPN Pasar Cermi	109,23131	-7,4008
13	STAIN Purwokerto	109,22996	-7,4064
14	Unsoed	109,24467	-7,401
15	Unsoed Biology Tbg	109,25095	-7,4057

3.5 SIMULASI JARINGAN LTE

Simulasi jaringan berdasarkan nilai parameter sebuah *site* ke dalam *software* Atoll sehingga mengetahui hasil penyebaran sinyal. Propagasi yang digunakan untuk simulasi ialah propagasi COST-231 Hata maka propagasi gelombang dari pengirim ke penerima tidak lepas dari akibat redaman yang muncul disepanjang gelombang yang dilalui. Beberapa hal yang mempengaruhi *pathloss* atau redaman

diantaranya penggunaan frekuensi kerja, jarak pengirim dan penerima dan kondisi geografis di sepanjang gelombang yang dilalui. MAPL digunakan untuk menentukan nilai redaman maksimal dari propagasi gelombang yang diizinkan agar komunikasi antara *transmitter* dan *receiver* dapat berjalan dengan baik. Adapun tabel perhitungan *link budget* arah *downlink* adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4 Perhitungan *Downlink Link Budget*

Downlink Link Budget				
Transmitter – eNodeB		Satuan	Nilai	Kalkulasi
a	Tx Power	dBm	46	a
b	Tx Antenna Gain	dB	17	b
c	Cable Loss	dB	2	c
d	EIRP	dBm	61	d = a+b-c
Receiver – UE		Satuan	Nilai	Kalkulasi
f	UE Noise Figure	dB	7	e
f	Thermal Noise	dB	-173,97723	f = k*T
g	SINR	dB	11	g
h	Bandwidth System		71,3033377	h = 15*12*75*1000
i	Receiver Sensitivity	dBm	-84,673891	i = e+f+g+h
j	Interference Margin	dB	4	j
k	Rx Antenna Gain	dB	0	k
l	Body Loss	dB	0	l
m	MAPL	dB	141,673891	m = d-i-j-k+l

$$\begin{aligned}
 \text{a. } EIRP &= P_{TX} + G_{TX} + L_{CABLE} \\
 &= 46 + 17 - 2 \\
 &= 61dBm
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } Thermal\ Noise &= 10 \times \log(k \times T) \\
 &= 10 \log(1,38 \times 10^{-20} \times 290) \\
 &= -173,98dB
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } Bandwidth\ System &= 10 \log(15 \times 12 \times 75 \times 1000) \\
 &= 71,3033377
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d. \text{ Receiver Sensitivity} &= \text{UE Noise Figure} + \text{Thermal Noise} + \text{SINR} + \\
&\quad \text{Bandwidth System} \\
&= 7 + (-173,97233) + 11 + 71,3033377 \\
&= -84,673891 \text{ dBm} \\
e. \text{ MAPL Downlink} &= \text{EIRP} - \text{Receiver Sensitivity} - \\
&\quad \text{Interference Margin} - \text{Rx Antenna Gain} + \\
&\quad \text{Body Loss} \\
&= 61 - (-84,673891) - 4 - 0 - 0 \\
&= 141,673891
\end{aligned}$$

Dari perolehan nilai MAPL sebesar 141,674 dB maka dapat ditentukan radius sel dengan menggunakan propagasi COST-231 Hata. Perhitungan *link budget* berhubungan dengan parameter yang digunakan dalam simulasi penyebaran sinyal menggunakan *software* Atoll..

3.5.1. Simulasi Data Site Existing

Data *site existing* Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara yang digunakan sebagai masukan identitas sebuah *site* pada *software* Atoll. Data tersebut berisi nama *site*, titik koordinat, tinggi antena, *azimuth* dan *tilting* antena sektoral. Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan saat melakukan simulasi optimasi metode ACP adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan Radio Akses Teknologi

Penggunaan frekuensi 4G LTE di Purwokerto mempunyai spesifikasi di 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz dan 2300 MHz untuk beberapa operator yang ada di Purwokerto. Pemilihan radio akses teknologi menggunakan frekuensi 1800 MHz. Spesifikasi frekuensi 1800 MHz sebagai berikut :

Tabel 3.5 Spesifikasi Frekuensi 1800 MHz[15]

Parameter	Informasi
<i>Bandwidth</i>	15 MHz
<i>Duplexing Methode</i>	FDD
<i>UL Start Frequency</i>	1710 MHz
<i>DL Start Frequency</i>	1805 MHz

2. *Import Data Atoll*

Import data Atoll berupa informasi data untuk simulasi berupa *clutter classes*, *clutter heights*, *altitude* dan *map*. Data tersebut akan menampilkan kondisi wilayah untuk simulasi.

3. Konfigurasi Antena

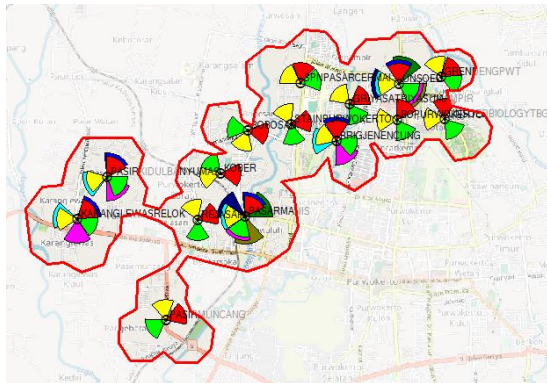
Pada optimasi *physical tuning* antena sektoral menggunakan antena sesuai dengan frekuensi kerja yang digunakan. Spesifikasi antena yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 3.6 Spesifikasi Antena[19]

Parameter	Informasi
<i>Frequency Range</i>	1710 MHz - 1990 MHz
<i>Gain</i>	17 dBi
<i>Horizontal 3 dB beamwidth</i>	66°

4. Tampilan *Site Existing*

Setelah melakukan beberapa konfigurasi akan menghasilkan hasil lokasi titik eNodeB pada *import map*. Sehingga dapat digunakan untuk mengetahui cakupan *coverage* dari semua eNodeB yang telah terkonfigurasi.

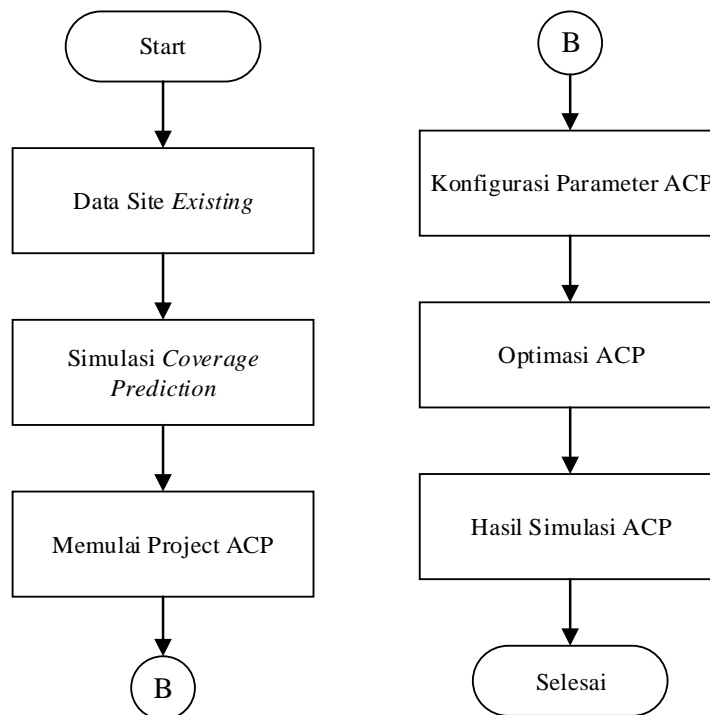


Gambar 3.3 Site Existing di Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara

Untuk mengetahui kualitas sinyal di Purwokerto Barat dan Purwokerto Utara menggunakan *coverage prediction* di *software Atoll*. Pada Tugas Akhir ini menggunakan prediksi *Effective Signal Analysis* dan *Coverage by C/(I+N) Level*. Kedua prediksi tersebut merupakan prediksi untuk mengetahui parameter jaringan LTE yaitu RSRP dan CINR.

3.5.2. Simulasi Optimasi *Automatic Cell Planning* (ACP)

Metode *Automatic Cell Planning* (ACP) dapat digunakan untuk teknologi GSM, UMTS, LTE, CDMA, WiMax dan Wi-Fi untuk mengoptimalkan kualitas jaringan. Pada Tugas Akhir ini menggunakan teknologi LTE. Metode *Automatic Cell Planning* (ACP) akan secara otomatis menghitung *tuning* parameter yang dilakukan secara otomatis. Beberapa *tuning* yang dilakukan untuk mengoptimalkan jaringan LTE terhadap *coverage* area pancaran sinyal ialah mengkalkulasi tinggi antenna, *azimuth* dan *tilting* antenna. Proses kalkulasi tersebut akan berpengaruh terhadap parameter RSRP dan CINR yang secara otomatis akan dikalkulasi berdasarkan *coverage* area dari seluruh lokasi *site*. Adapun diagram alir simulasi optimasi menggunakan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) adalah sebagai berikut.

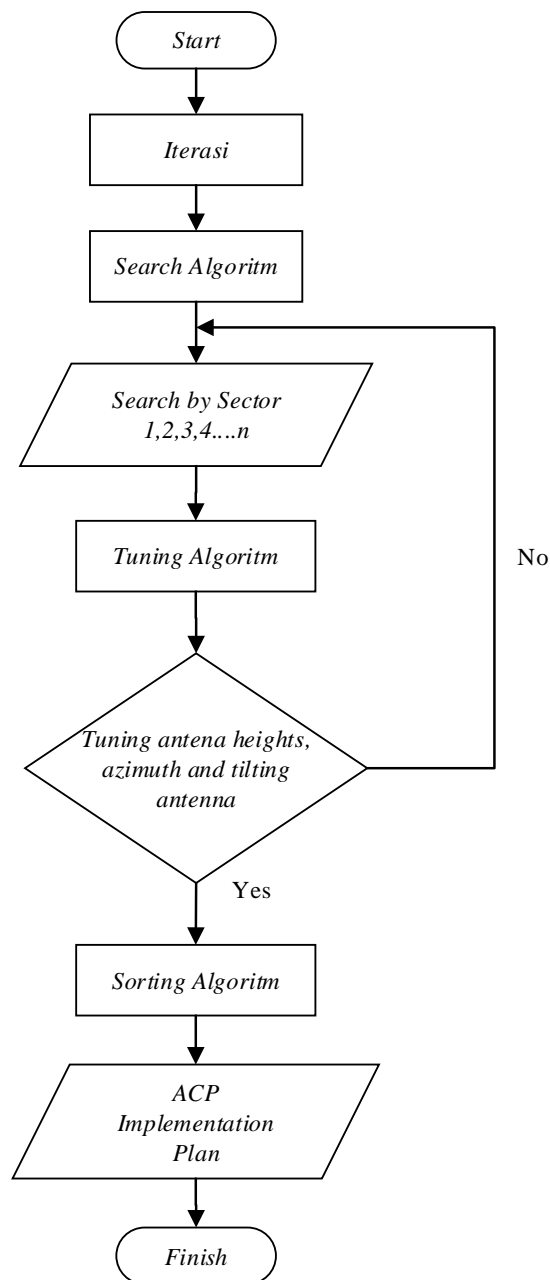


Gambar 3.4 Diagram Alir *Automatic Cell Planning* (ACP)

Prediksi kualitas *Automatic Cell Planning* (ACP) harus sama dengan prediksi *coverage* pada Atoll. Pada Tugas Akhir menggunakan prediksi *Effective Signal Analysis* (DL) pada prediksi di Atoll untuk menganalisa prediksi RSRP di *Automatic Cell Planning* (ACP) dan prediksi *Coverage by C/(I+N) Level* (DL) pada

prediksi di Atoll untuk menganalisa prediksi CINR di *Automatic Cell Planning* (ACP). Terdapat beberapa *tab menu* yang harus dikonfigurasi untuk melakukan optimasi metode *Automatic Cell Planning* (ACP) yaitu *Optimisation*, *Objectives*, *Reconfiguration*, dan *Antenna*.

Automatic Cell Planning (ACP) menggunakan metode optimasi berdasarkan *search algoritm*, *tuning algoritm* dan *sorting algoritm*. Adapun digram alir dari algoritma *Automatic Cell Planning* (ACP) adalah sebagai berikut.



Gambar 3.5 Diagram Alir Algoritma *Automatic Cell Planning* (ACP)[20]

Pada saat melakukan optimasi dengan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) akan mengoptimalkan parameter optimasi untuk mencapai tujuan yang ditentukan. Tujuan ini digunakan sebagai dasar untuk *search algorithm*. *Search algorithm* yaitu algoritma yang berusaha untuk menemukan yang terbaik dari kombinasi parameter untuk mencapai tujuan optimasi yang ditentukan. Pada langkah terakhir, *sorting algorithm* menyediakan suatu rencana implementasi perubahan mana yang paling berguna dalam hal mengidealkan kualitas jaringan.

a) *Search Algorithm*

Search algorithm atau algoritma pencarian menggunakan konsep iterasi. Setiap iterasi terdiri dari satu parameter perubahan pada salah satu sektor. Jumlah iterasi sebagai parameter kunci optimasi harus tinggi untuk memastikan bahwa ruang pencarian benar – benar ke seluruh sektor yang ada. Banyaknya jumlah iterasi cukup untuk mengoptimalkan jaringan tetapi juga bergantung pada parameter kualitas jaringan awal sebelum dilakukan ACP. Dapat diketahui bahwa sektor tertentu mungkin diubah dalam beberapa langkah dari beberapa iterasi yang berbeda tetapi iterasi juga bisa membatalkan dengan iterasi yang lain sehingga kembali dalam keadaan awal.

b) *Tuning Algorithm*

Algoritma pencarian termasuk fase *tuning* antara pencarian dan menyortir fase sesuai dengan konfigurasi pengaturan ACP. Fase *tuning* digunakan untuk meningkatkan solusi terbaik yang ditemukan selama fase pencarian. Selama proses tuning, ACP hasil pencarian akan bergerak setiap iterasi untuk menemukan kandidat yang terbaik yaitu perubahan bertujuan untuk meningkatkan kualitas jaringan.

c) *Sorting Algorithm*

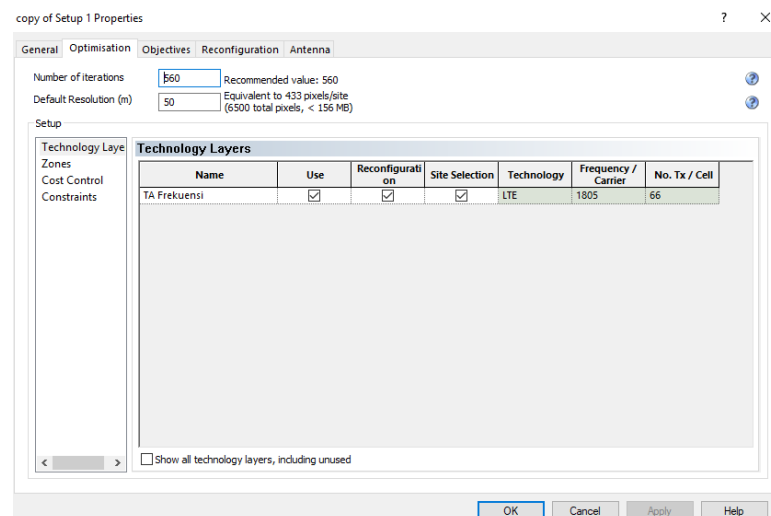
Setelah menerapkan algoritma pencarian dan algoritma *tuning*, ACP akan mengusulkan sebuah solusi yang terdiri dari beberapa jumlah perubahan yang dapat diterapkan pada jaringan awal. Perubahan ini misalnya perubahan parameter antenna meliputi tipe antenna, tinggi antenna, *azimuth* dan *tilting* antenna atau bisa juga menambah atau menghapus sektor dari beberapa sektor yang sudah tersedia. *Sorting algorithm* atau algoritma pengurutan yaitu algoritma yang digunakan untuk memerintahkan membuat suatu rencana implementasi. Algoritma pengurutan

menemukan perubahan yang terbaik untuk diterapkan dari beberapa perubahan yang tersedia. Perubahan tersebut menjadi salah satu fungsi untuk meningkatkan kualitas jaringan. Perubahan pertama yang diusulkan memiliki peningkatan dalam hal (kualitas dan biaya), hal ini kemudian dilakukan pemilihan dari beberapa jumbuh perubahan dengan memilih hanya N perubahan[20].

Langkah – langkah optimasi *physical tuning* antena sektoral menggunakan metode *Automatic Cell Planning* (ACP) adalah sebagai berikut :

1. Konfigurasi *Optimisation*

Pada konfigurasi *optimisation* dengan menentukan *number of iterations*. *Number of iterations* pada metode *Automatic Cell Planning* (ACP) digunakan untuk menentukan banyaknya pengulangan pengecekan parameter dari seluruh *site* untuk mengoptimalkan jaringan. Banyaknya *number of iterations* ditentukan berdasarkan jumlah yang direkomendasikan pada metode *Automatic Cell Planning* (ACP).

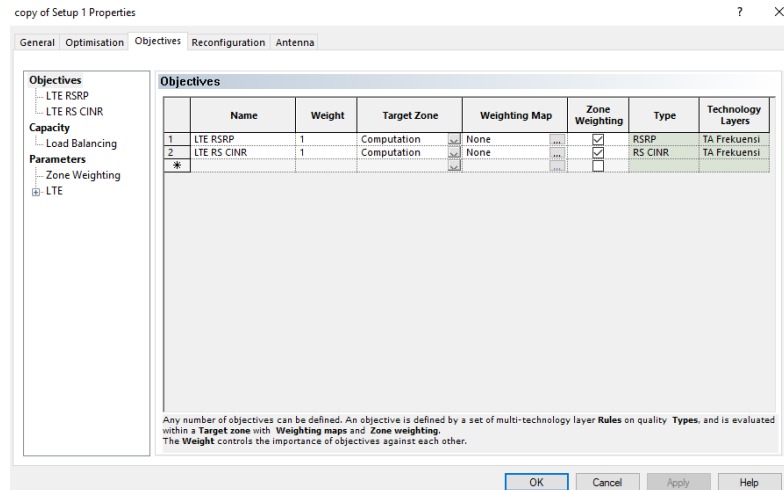


Gambar 3.6 Konfigurasi *Optimisation*

2. Konfigurasi *Objective*

Konfigurasi *objective* digunakan untuk menentukan nilai *threshold* dari parameter RSRP dan CINR terhadap *coverage prediction* di Atoll. Dapat diketahui bahwa prediksi kualitas pada metode optimasi *Automatic Cell Planning* (ACP) harus sama dengan prediksi *coverage* pada Atoll yaitu RSRP di *Automatic Cell Planning* (ACP) sama dengan prediksi *Effective Signal Analysis* (DL) di Atoll dan

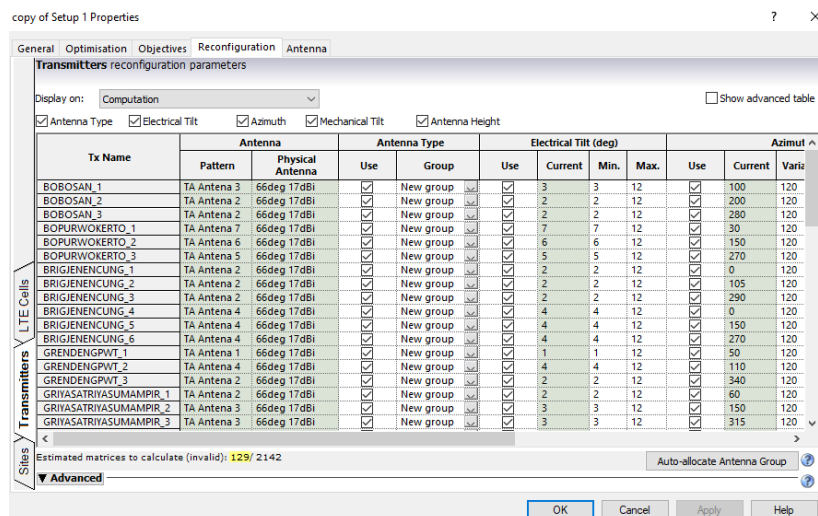
CINR di *Automatic Cell Planning* (ACP) sama dengan prediksi *Coverage by C/(I+N) Level (DL)* di Atoll Perubahan parameter RSRP dan CINR pada metode *Automatic Cell Planning* (ACP) akan ditampilkan dalam bentuk grafik berdasarkan persentasi perubahan yang dihasilkan.



Gambar 3.7 Konfigurasi Objective

3. Konfigurasi *Reconfiguration*

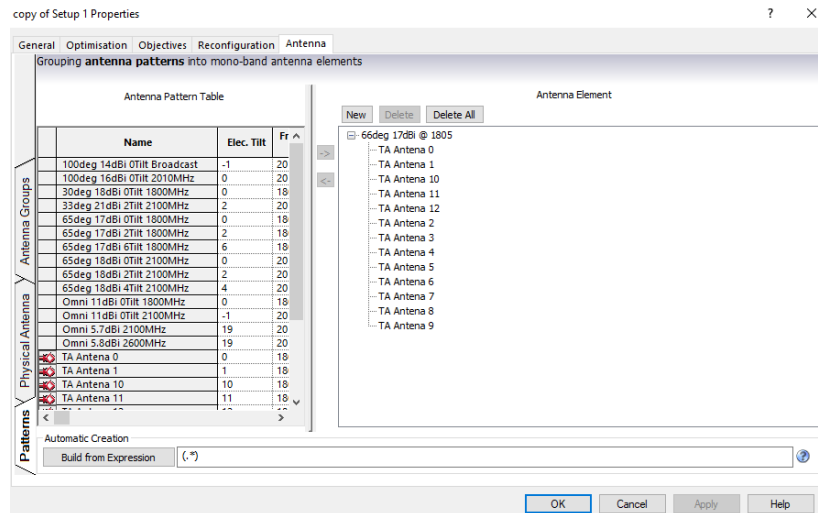
Pada *tab reconfiguration* terdapat 3 menu yang harus dikonfigurasi yaitu *Sites*, *Transmitter* dan *LTE Cells*. Menu *Sites* digunakan untuk memilih *site* yang akan dioptimasi, menu *Transmitter* digunakan untuk mengkonfigurasi parameter yang akan dioptimasi seperti tinggi antena, *azimuth* dan *tilting* antena dan menu *LTE Cell* berhubungan dengan *power* yang digunakan untuk masing – masing *site*.



Gambar 3.8 Konfigurasi Reconfiguration

4. Konfigurasi Antenna

Pada *tab antenna* digunakan untuk memilih tipe antena terbaik sesuai dengan spesifikasi antena yang digunakan untuk simulasi seperti kesesuaian *range frekuensi*, *gain* dan *beamwidth*. Ketika ACP memilih antena terbaik, ACP juga akan memilih *electrical tilt* dari grup antena jika membutuhkan optimasi jika tidak ACP juga dapat menjaga *electrical tilt* seperti kondisi awal.



Gambar 3.9 Konfigurasi Antena

Setelah parameter *Automatic Cell Planning* (ACP) telah terkonfigurasi tombol “Run” digunakan untuk melakukan proses *Automatic Cell Planning* (ACP) secara otomatis.

3.6 PARAMETER HASIL SIMULASI

Untuk mengamati kualitas jaringan LTE dapat digunakan dengan *coverage prediction*. Pada tugas akhir ini menggunakan prediksi *Effective Signal Analysis* dan *Coverage by C/(I+N) Level*. Prediksi tersebut berhubungan dengan prediksi yang ada di ACP untuk menentukan parameter nilai RSRP dan CINR setelah proses optimasi *physical tuning* antena menggunakan metode ACP.

3.6.1 *Effective Signal Analysis*

Prediksi *Effective Signal Analysis* digunakan untuk mengamati parameter RSRP pada simulasi *software Atoll*. *Reference Signal Received Power* (RSRP)

pada LTE digunakan untuk mengetahui nilai *power* yang diterima pada sisi eNodeB ke *User Equipment* (UE).

Tabel 3.7 Range nilai RSRP

Range RSRP (dBm)	Warna Indikator
$-80 \leq x$	Dark Blue
$-95 \leq x < -80$	Green
$-100 \leq x < -95$	Yellow
$x < -100$	Red

3.6.2 Coverage by C/(I+N) Level

Prediksi *Coverage by C/(I+N) level* dapat digunakan untuk mengamati beberapa parameter salah satunya ialah parameter *Carrier to Interference Noise Ratio* (CINR). CINR merupakan perbandingan antara sinyal informasi dengan interferensi atau *noise* yang menyertainya. Nilai CINR dipengaruhi oleh sinyal, *noise* dan interferensi yang diterima oleh UE.

Tabel 3.8 Range nilai CINR

Range Nilai CINR (dB)	Warna Indikator
$20 \leq x$	Dark Blue
$13 \leq x < 20$	Green
$0 \leq x < 13$	Yellow
$x \leq 0$	Red